



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2014년10월22일  
 (11) 등록번호 10-1450050  
 (24) 등록일자 2014년10월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G01L 1/26 (2006.01) G01L 5/00 (2006.01)  
 G01L 5/22 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2013-0063048  
 (22) 출원일자 2013년05월31일  
 심사청구일자 2013년05월31일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 US4890246 A  
 JP2012255780 A  
 US20110079092 A1

(73) 특허권자  
 한국기계연구원  
 대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)  
 (72) 발명자  
 최기봉  
 대전광역시 유성구 상대남로 26, 920-2204 (상대동, 도안신도시9블록 트리폴스티아파트)  
 임형준  
 대전광역시 유성구 가정북로 156, 한국기계연구원 연구13동 208호 (장동)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 김종관, 권오식, 박창희

전체 청구항 수 : 총 6 항

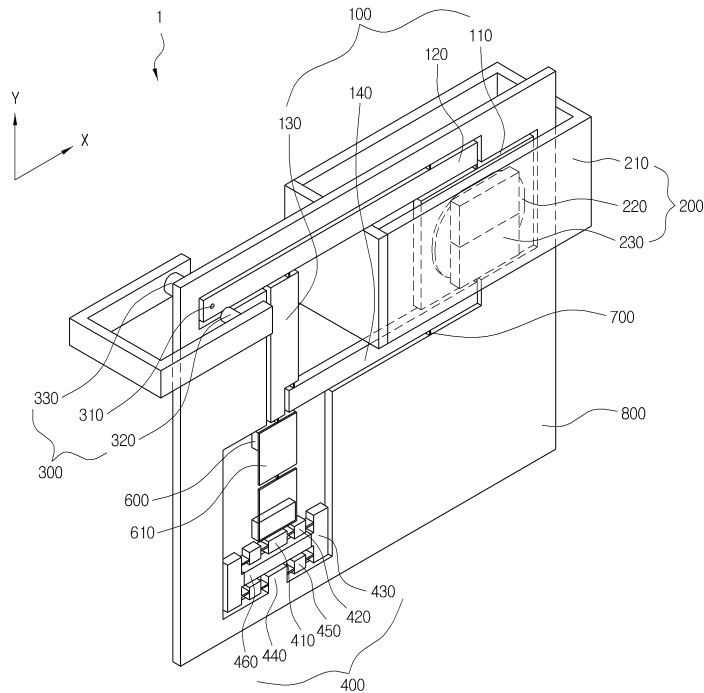
심사관 : 김수현

(54) 발명의 명칭 **마이크로 힘 발생 및 측정장치 및 그 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 영위법을 적용한 마이크로 힘 발생 및 측정장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게 5 개의 링크로 이루어지는 5 링크 메커니즘을 포함하여 형성되며, 5 링크 메커니즘 중 어느 한 링크에 형성된 보이스 코일 모터부에서 발생된 힘에 의한 이웃하는 링크의 변위를 상쇄시키기 위해, 또 다른 링크에 연결된 선형 액추에이터에서 힘을 발생시키거나, 상기 선형 액추에이터에서 발생된 힘에 의한 링크의 변위를 상쇄시키기 위해 상기 보이스 코일 모터부에 인가된 전류량을 측정하여 가해진 힘을 알아낼 수 있는 마이크로 힘 발생 및 측정장치에 관한 것이다.

**대표도** - 도1



(72) 발명자

**김기홍**

대전광역시 서구 둔산남로 127, 101동 1201호 (둔산동, 목련아파트)

**이재중**

대전광역시 유성구 노은서로104번길 29 (노은동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 M03600

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 지경부-국가연구개발사업(II)

연구과제명 폭 1m급 광학필름용 원통형 나노패터닝 공정장비 개발 (2/5)

기여율 1/1

주관기관 한국기계연구원

연구기간 2012.07.01 ~ 2013.06.30

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

편평한 측정플레이트 내 동일 평면상에 형성되며, y축 방향으로 연장 형성되는 제1링크, 상기 제1링크와 탄성힌지로 연결되며 x축 방향으로 연장 형성되는 제2링크, 상기 제2링크와 탄성힌지로 연결되며 상기 제1링크와 x축 방향으로 일정거리 이격되어 나란하게 형성되는 제3링크, 및 양측이 상기 제3링크 및 제1링크와 탄성힌지로 연결되며 x축 방향으로 연장 형성되는 제4링크 및 고정링크인 측정플레이트로 이루어지는 5 링크 메커니즘( 5 link mechanism);

코일에 흐르는 전류 값을 제어하여 상기 제1링크에 y축 방향으로 힘이 가해지도록 하는 보이스 코일 모터부;

상기 제1링크와 연결된 측과 반대되는 측의 상기 제2링크 단부에 형성되어 상기 제2링크의 변위를 측정하는 변위측정부;

상기 제2링크와 연결된 측과 반대되는 측의 상기 제3링크 단부와 연결된 시편에 y축 방향으로 힘이 가해지도록 하는 선형 액추에이터;

상기 보이스 코일 모터부, 변위측정부 및 선형 액추에이터를 제어하는 제어부; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 힘 발생 및 측정장치.

**청구항 2**

제 1항에 있어서,

상기 마이크로 힘 발생 및 측정장치는

상기 보이스 코일 모터부에서 발생된 힘에 의한 상기 제2링크의 변위를 상쇄시키기 위해 상기 선형 액추에이터에서 힘이 발생되거나,

상기 선형 액추에이터에서 발생된 힘에 의한 상기 제2링크의 변위를 상쇄시키기 위해 상기 보이스 코일 모터부에 인가된 전류량을 측정하여 가해진 힘이 계산되는 것을 특징으로 하는 마이크로 힘 발생 및 측정장치.

**청구항 3**

제 2항에 있어서,

상기 마이크로 힘 발생 및 측정장치는

상기 제3링크 및 상기 선형 액추에이터 사이에 탄성힌지로 연결되며,

일측면에 상기 시편이 장착 및 고정되는 시편장착부를 더 포함하여 형성되는 것을 특징으로 하는 마이크로 힘 발생 및 측정장치.

**청구항 4**

제 3항에 있어서,

상기 탄성힌지는

상기 제1링크의 y축 방향으로 일측면과 상기 제2링크를 연결하는 제1탄성힌지; 상기 제3링크의 y축 방향으로 일측면과 상기 제2링크를 연결하는 제2탄성힌지; 상기 제4링크의 y축 방향으로 일측면과 상기 제3링크를 연결하는 제3탄성힌지; 상기 제4링크의 y축 방향으로 일측면과 상기 제1링크를 연결하는 제4탄성힌지; 상기 제2링크의 y축 방향으로 일측면과 상기 측정 플레이트를 연결하는 제5탄성힌지; 상기 제4링크의 y축 방향으로 일측면과 상기 측정 플레이트를 연결하는 제6탄성힌지; 상기 시편장착부와 상기 제3링크를 연결하는 제7탄성힌지; 및, 상기

시편장착부와 상기 선형 액추에이터를 연결하는 제8탄성힌지; 를 포함하여 형성되는 것을 특징으로 하는 마이크로 힘 발생 및 측정장치.

**청구항 5**

제 1항 내지 4항 중 어느 한 항에 의한 마이크로 힘 발생 및 측정장치를 이용한 마이크로 힘 발생 방법에 있어서,

- a) 상기 보이스 코일 모터부의 코일에 흐르는 전류 값을 제어하여 상기 제1링크에 힘이 가해지도록 하는 단계;
- b) 상기 제1링크의 변형에 의해 상기 제2링크에 변위가 발생하는 단계;
- c) 상기 변위측정부에 의해 측정된 상기 제2링크의 변위를 상쇄시키기 위해, 상기 제어부가 상기 선형 액추에이터에 제어신호를 입력하는 단계;
- d) 상기 제어신호에 의해 상기 선형 액추에이터에서 힘이 발생되어 상기 제2링크의 변위를 상쇄시키고, 그 힘만큼 상기 시편이 인장되는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 힘 발생 방법.

**청구항 6**

제 1항 내지 4항 중 어느 한 항에 의한 마이크로 힘 발생 및 측정장치를 이용한 마이크로 힘 측정 방법에 있어서,

- a) 상기 선형 액추에이터에 힘이 가해져 상기 시편이 y축 방향으로 인장 또는 압축되는 단계;
- b) 상기 제3링크의 변형에 의해 상기 제2링크에 변위가 발생하는 단계;
- c) 상기 변위측정부에 의해 측정된 상기 제2링크의 변위를 상쇄시키기 위해, 상기 제어부가 상기 보이스 코일 모터부에 제어신호를 입력하는 단계;
- d) 상기 제어신호에 의해 상기 보이스 코일 모터부의 코일에 전류가 인가되어 상기 제2링크의 변위를 상쇄시키고, 상기 코일에 인가된 전류량을 측정하여 상기 선형 액추에이터에 가해진 힘을 계산하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 힘 측정 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 영위법을 적용한 마이크로 힘 발생 및 측정장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게 5개의 링크로 이루어지는 5 링크 메커니즘을 포함하여 형성되며, 5 링크 메커니즘 중 어느 한 링크에 형성된 보이스 코일 모터부에서 발생된 힘에 의한 이웃하는 링크의 변위를 상쇄시키기 위해, 또 다른 링크에 연결된 선형 액추에이터에서 힘을 발생시키거나, 상기 선형 액추에이터에서 발생된 힘에 의한 링크의 변위를 상쇄시키기 위해 상기 보이스 코일 모터부에 인가된 전류량을 측정하여 가해진 힘을 알아낼 수 있는 마이크로 힘 발생 및 측정장치에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 마이크로 나노 분야에서 미세한 힘을 측정하는 장치에는 주로 물체의 변형을 측정하여 힘으로 환산하는 편위법(deflection method)이 사용된다.

[0003] 편위법은 측정하려는 양의 작용에 의해 계측기의 지침에 편위를 일으켜 이 편위를 눈금과 비교함으로써 측정을 행하는 방식으로, 링크 메커니즘의 한쪽에 힘이 가해지거나 물체가 놓일 경우 링크를 연결하는 탄성힌지 부위가 변형을 하며, 여기에 부착된 스트레인 게이지를 통해 변위가 측정됨으로써, 가해진 힘 또는 물체의 질량을 계산할 수 있게 된다.

[0004] 영위법(null method)은 전압 또는 전류 등을 측정하는 경우, 기지의 표준량을 준비하고, 이것과 평형을 잡음으

로써, 피측정량을 알아내는 것으로, 힘이 가해져 메커니즘의 변위가 발생하면 코일에 전류를 가하여 반대의 로렌츠 힘(Lorentz force)을 발생시켜 기구부가 항상 영점의 위치에 있도록 제어하는 것이다.

- [0005] 이 때, 가해지는 힘과, 코일에 적용되는 전류와의 비례 관계를 이용해 가해지는 힘을 측정하게 된다.
- [0006] 편위법은 정밀도가 다소 떨어지는 반면 저가이고, 제작이 쉽다는 장점이 있으며, 영위법은 편위법에 비해 더 정밀하지만, 영점제어를 하기 때문에 다소 응답성이 느리다는 단점이 있다.
- [0007] 이와 관련된 기술로, 2003년 대한기계학회논문집에 발표된 논문인 "영위법을 이용한 미소중량 측정장치의 기구 설계"에는 영위법을 이용한 미소중량 측정장치의 성능 향상을 위한 기계적 특성과, 설계방법을 제시한 바 있다.(이하, 선행기술 1라 함)
- [0008] 영위법은 주로 저울에서 질량을 측정하는 Analytical balance에 사용되었는데, 선행기술 1도 종래에 영위법을 사용한 측정장치와 마찬가지로 중력방향으로 물체의 질량을 측정하는 것에 한정되어 있으며, 미세 힘의 발생 및 측정에 적용하기에는 많은 제약이 있었다.
- [0009] 특히, 마이크로 또는 나노 형상을 갖는 시료에 미세한 힘을 인가하거나, 인가된 힘을 정밀하게 측정하기 위해서는 영위법에 의한 측정 메커니즘에 적합하지만, 이를 마이크로 또는 나노 단위의 힘 발생 장치나, 측정장치에 적용하기 위한 기술 개발이 미흡한 실정이다.

**선행기술문헌**

**비특허문헌**

- [0010] (비특허문헌 0001) 대한기계학회논문집 A권, 제27권 제1호 pp183-193, 2003(명칭 : 영위법을 이용한 미소중량 측정장치의 기구설계, 저자 : 최인목 외 3인)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0011] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 5 개의 링크로 이루어지는 5 링크 메커니즘을 포함하여 형성되며, 5 링크 메커니즘 중 어느 한 링크에 형성된 보이스 코일 모터부에서 발생된 힘에 의한 이웃하는 링크의 변위를 상쇄시키기 위해, 또 다른 링크에 연결된 선형 액추에이터에서 힘을 발생시키거나, 상기 선형 액추에이터에서 발생된 힘에 의한 링크의 변위를 상쇄시키기 위해 상기 보이스 코일 모터부에 인가된 전류량을 측정하여 가해진 힘을 알아낼 수 있도록 구성됨으로써, 영위법을 이용한 마이크로 힘 발생 및 측정장치를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0012] 본 발명의 마이크로 힘 발생 및 측정장치는 편평한 측정플레이트 내 동일 평면상에 형성되며, y축 방향으로 연장 형성되는 제1링크, 상기 제1링크와 탄성힌지로 연결되며 x축 방향으로 연장 형성되는 제2링크, 상기 제2링크와 탄성힌지로 연결되며 상기 제1링크와 x축 방향으로 일정거리 이격되어 나란하게 형성되는 제3링크, 및 양측이 상기 제3링크 및 제1링크와 탄성힌지로 연결되며 x축 방향으로 연장 형성되는 제4링크와 고정링크인 측정플레이트로 이루어지는 5 링크 메커니즘( 5 link mechanism); 코일에 흐르는 전류 값을 제어하여 상기 제1링크에 y축 방향으로 힘이 가해지도록 하는 보이스 코일 모터부; 상기 제1링크와 연결된 측과 반대되는 측의 상기 제2링크 단부에 형성되어 상기 제2링크의 변위를 측정하는 변위측정부; 상기 제2링크와 연결된 측과 반대되는 측의 상기 제3링크 단부와 연결된 시편에 y축 방향으로 힘이 가해지도록 하는 선형 액추에이터; 상기 보이스 코일 모터부, 변위측정부 및 선형 액추에이터를 제어하는 제어부; 를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 상기 마이크로 힘 발생 및 측정장치는 상기 보이스 코일 모터부에서 발생된 힘에 의한 상기 제2링크의 변위를 상쇄시키기 위해 상기 선형 액추에이터에서 힘이 발생되거나, 상기 선형 액추에이터에서 발생된 힘에 의한 상기 제2링크의 변위를 상쇄시키기 위해 상기 보이스 코일 모터부에 인가된 전류량을 측정하여 가해진 힘이 계

산될 수 있다.

- [0014] 또한, 상기 보이스 코일 모터부는 상기 제1링크의 x축 방향으로 양측면과, z축 방향으로 양측면에 일정거리 이격되어 형성되며, z축 방향으로의 수직단면이 폐곡선을 이루는 요크; 상기 제1링크에 형성되어 전류가 흐르는 코일; 상기 코일의 z축 방향으로 양측면에 일정거리 이격되어 형성되며, 각각 N극 및 S극의 영구자석이 한 쌍을 이루는 영구자석; 을 포함하여 형성될 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 변위측정부는 상기 제2링크에 z축방향으로 관통 형성되는 레이저관통홀; 상기 제2링크의 z축 방향으로 일측면과 일정거리 이격되어 상기 레이저관통홀을 통과하도록 빛을 조사하는 발광소자; 상기 제2링크의 z축 방향으로 타측면과 일정거리 이격되어 상기 레이저관통홀을 통과한 빛을 흡수하는 수광소자; 를 포함하여 형성될 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 변위측정부는 상기 수광소자가 2분할되어 제1수광부 및 제2수광부로 이루어지며, 상기 제1수광부 및 제2수광부에 각각 수광 되는 빛의 양을 통해 상기 제2링크의 변위를 측정할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 마이크로 힘 발생 및 측정장치는 상기 제3링크 및 상기 선형 액추에이터 사이에 탄성힌지로 연결되며, 일측면에 상기 시편이 장착 및 고정되는 시편장착부를 더 포함하여 형성될 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 탄성힌지는 상기 제1링크의 y축 방향으로 일측면과 상기 제2링크를 연결하는 제1탄성힌지; 상기 제3링크의 y축 방향으로 일측면과 상기 제2링크를 연결하는 제2탄성힌지; 상기 제4링크의 y축 방향으로 일측면과 상기 제3링크를 연결하는 제3탄성힌지; 상기 제4링크의 y축 방향으로 일측면과 상기 제1링크를 연결하는 제4탄성힌지; 상기 제2링크의 y축 방향으로 일측면과 상기 측정 플레이트를 연결하는 제5탄성힌지; 상기 제4링크의 y축 방향으로 일측면과 상기 측정 플레이트를 연결하는 제6탄성힌지; 상기 시편장착부와 상기 제3링크를 연결하는 제7탄성힌지; 및, 상기 시편장착부와 상기 선형 액추에이터를 연결하는 제8탄성힌지; 를 포함하여 형성될 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 선형 액추에이터는 상기 제8탄성힌지와 연결되는 제1블록; 상기 제1블록의 x축 방향으로 양측면에 제9탄성힌지로 연결되는 한 쌍의 제2블록; 상기 제2블록에 제10탄성힌지로 연결되며 y축 방향으로 연장 형성되는 한 쌍의 제3블록; 상기 제1블록과 y축 방향으로 일정거리 이격되며 상기 측정 플레이트에 일체로 형성되는 제4블록; 상기 제4블록의 x축 방향으로 양측면에 제11탄성힌지로 연결되고, 상기 제3블록과 제12탄성힌지로 한 쌍의 제5블록; 상기 제1블록 및 제4블록 사이에서 x축 방향으로 연장 형성되며, 양단이 서로 마주보는 상기 제3블록에 연결되는 압전소자; 를 포함하여 형성될 수 있다.
- [0020] 또한, 본 발명의 마이크로 힘 발생 및 측정장치를 이용한 마이크로 힘 발생 방법은 a) 상기 보이스 코일 모터부의 코일에 흐르는 전류 값을 제어하여 상기 제1링크에 힘이 가해지도록 하는 단계; b) 상기 제1링크의 변형에 의해 상기 제2링크에 변위가 발생하는 단계; c) 상기 변위측정부에 의해 측정된 상기 제2링크의 변위를 상쇄시키기 위해, 상기 제어부가 상기 선형 액추에이터에 제어신호를 입력하는 단계; d) 상기 제어신호에 의해 상기 선형 액추에이터에서 힘이 발생되어 상기 제2링크의 변위를 상쇄시키고, 그 힘만큼 상기 시편이 인장되는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 본 발명의 마이크로 힘 발생 및 측정장치를 이용한 마이크로 힘 측정 방법은 a) 상기 선형 액추에이터에 힘이 가해져 상기 시편이 y축 방향으로 인장 또는 압축되는 단계; b) 상기 제3링크의 변형에 의해 상기 제2링크에 변위가 발생하는 단계; c) 상기 변위측정부에 의해 측정된 상기 제2링크의 변위를 상쇄시키기 위해, 상기 제어부가 상기 보이스 코일 모터부에 제어신호를 입력하는 단계; d) 상기 제어신호에 의해 상기 보이스 코일 모터부의 코일에 전류가 인가되어 상기 제2링크의 변위를 상쇄시키고, 상기 코일에 인가된 전류량을 측정하여 상기 선형 액추에이터에 가해진 힘을 계산하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

- [0022] 본 발명의 마이크로 힘 발생 및 측정장치는 5 개의 링크로 이루어지는 5 링크 메커니즘을 포함하여 형성되며, 5 링크 메커니즘 중 어느 한 링크에 형성된 보이스 코일 모터부에서 발생된 힘에 의한 이웃하는 링크의 변위를 상쇄시키기 위해, 또 다른 링크에 연결된 선형 액추에이터에서 마이크로 단위의 미세한 힘을 정밀하게 발생시키거나, 상기 선형 액추에이터에서 발생된 힘에 의한 링크의 변위를 상쇄시키기 위해 상기 보이스 코일 모터부에 인가된 전류량을 측정하여 마이크로 단위의 미세한 힘을 알아낼 수 있다는 효과가 있다.

[0023] 즉, 본 발명의 마이크로 힘 발생 및 측정장치는 하나의 시스템에서 영위법을 이용하여 마이크로 단위의 미세한 힘을 정밀하게 발생시킬 수 있는 것은 물론, 발생된 힘을 측정할 수 있으며, 종래에 영위법을 이용한 측정시스템이 주로 중력 방향의 물체 질량을 측정하는 것에 한정되어 있었던 한계를 극복하고, 평면상에서 발생된 힘을 정밀하게 제어할 수 있다는 장점이 있다.

[0024] 이에 따라, 본 발명의 마이크로 힘 발생 및 측정장치를 이용한 마이크로 힘 발생방법과, 마이크로 힘 측정방법은 마이크로 또는 나노 형상을 갖는 시편에 미세한 힘을 인가하거나, 인가된 힘을 정밀하게 측정 가능한 영위법에 의한 측정 메커니즘을 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0025] 도 1은 본 발명에 따른 마이크로 힘 발생 및 측정장치를 나타낸 사시도.

도 2는 일반적인 4 link mechanism을 나타낸 개념도.

도 3은 본 발명에 따른 마이크로 힘 발생 및 측정장치의 보이스 코일 모터부를 나타낸 사시도.

도 4는 본 발명에 따른 마이크로 힘 발생 및 측정장치의 변위측정부를 나타낸 사시도.

도 5는 본 발명에 따른 마이크로 힘 발생 및 측정장치의 선형 액추에이터를 나타낸 평면도.

도 6은 본 발명의 마이크로 힘 발생 방법이 수행될 때 제어부의 작동 상태를 개념적으로 나타낸 평면도.

도 7은 본 발명의 마이크로 힘 측정방법이 수행될 때 제어부의 작동 상태를 개념적으로 나타낸 평면도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0026] 이하, 상술한 바와 같은 본 발명의 마이크로 힘 발생 및 측정장치 및 그 방법을 첨부된 도면을 참조로 상세히 설명한다.

**[0027] 실시예 1**

[0028] 실시예 1에서는 도 1 내지 5를 참고로 본 발명의 일실시예에 따른 마이크로 힘 발생 및 측정장치를 설명한다.

[0029] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 마이크로 힘 발생 및 측정장치(1)는 크게, 5 링크 메커니즘(100)과, 보이스 코일 모터부(200)와, 변위측정부(300)와, 선형 액추에이터(400) 및 제어부(500)를 포함하여 형성된다.

[0030] 상기 5 링크 메커니즘(100)은 편평한 측정플레이트(800) 내 동일 평면상에 형성되며, y축 방향으로 연장 형성되는 제1링크(110), 상기 제1링크(110)와 탄성힌지(700)로 연결되며 x축 방향으로 연장 형성되는 제2링크(120), 상기 제2링크(120)와 탄성힌지(700)로 연결되며 상기 제1링크(110)와 x축 방향으로 일정거리 이격되어 나란하게 형성되는 제3링크(130), 양측이 상기 제3링크(130) 및 제1링크(110)와 탄성힌지(700)로 연결되며 x축 방향으로 연장 형성되는 제4링크(140), 및 고정링크인 측정플레이트(800)로 이루어진다.

[0031] 일반적인 5 링크 메커니즘(100)은 도 2에 도시된 바와 같으며, 본 발명의 마이크로 힘 발생 및 측정장치(1)는 이를 측정플레이트(800) 내에 응용하여 적용하였다.

[0032] 도 2의 5 링크 메커니즘(100)에는 지렛대 원리가 적용되는데, 이는 한쪽 링크에서 힘에 의해 변위가 발생되면 반대되는 쪽에서 더 큰 변위로 확대되는 것을 말하며, 탄성 힌지(Flexure hinge)를 이용할 경우, 미소변위가 가능하다는 특징이 있다.

[0033] 이를 본 발명의 5 링크 메커니즘(100)에 적용하면, 상기 제1링크(110)에서 y축 방향으로 변위가 발생되면, 이를 통해 제2 링크의 좌측 단부가 y축 방향으로 움직이고, 이와 연결된 제3링크(130)도 y축 방향으로 움직이게 된다.

[0034] 이 때, 상기 제1링크(110) 및 제3링크(130)는 수직으로만 변위가 발생되며, 상기 제2링크(120)는 상기 측정플레이트(800)에 연결된 부분을 중심으로 회전하여 좌측 단부와 우측 단부가 반대방향으로 움직이게 된다.



- [0035] 상기 보이스 코일 모터부(200)는 코일(220)에 흐르는 전류 값을 제어하여 상기 제1링크(110)에 y축 방향으로 힘이 가해지도록 하는 것으로, 상기 5 링크 메커니즘(100)의 일측에 변위를 발생시킨다.
- [0036] 상기 변위측정부(300)는 상기 제1링크(110)와 연결된 측과 반대되는 측의 상기 제2링크(120) 단부에 형성되는 것으로, 상기 제2링크(120)의 변위를 측정하는 것이다.
- [0037] 상기 선형 액추에이터(400)는 상기 제2링크(120)와 연결된 측과 반대되는 측의 상기 제3링크(130) 단부와 연결된 시편(610)에 y축 방향으로 힘이 가해지도록 하는 것이다.
- [0038] 상기 제어부(500)는 상기 보이스 코일 모터부(200), 변위측정부(300) 및 선형 액추에이터(400)는 제어하는 것으로, DSP(Digital signal processor), 마이크로프로세서 등이 사용될 수 있다.
- [0039] 상기 보이스 코일 모터부(200), 변위측정부(300) 및 선형 액추에이터(400)는 이하에서 더욱 자세히 설명하기로 한다.
- [0040] 본 발명의 마이크로 힘 발생 및 측정장치(1)를 간략히 설명하면, 상기 보이스 코일 모터부(200)에서 발생된 힘에 의한 상기 제2링크(120)의 변위를 상쇄시키기 위해 상기 선형 액추에이터(400)에서 힘이 발생되거나, 상기 선형 액추에이터(400)에서 발생된 힘에 의한 상기 제2링크(120)의 변위를 상쇄시키기 위해 상기 보이스 코일 모터부(200)에 인가된 전류량을 측정하여 가해진 힘이 계산될 수 있다.
- [0041] 이에 따라, 본 발명의 마이크로 힘 발생 및 측정장치(1)는 하나의 시스템에서 영위법을 이용하여 마이크로 단위의 미세한 힘을 정밀하게 발생시킬 수 있는 것은 물론, 발생된 힘을 측정할 수 있으며, 종래에 영위법을 이용한 측정시스템이 주로 중력 방향의 물체 질량을 측정하는 것에 한정되어 있었던 한계를 극복하고, 평면상에서 발생된 힘을 정밀하게 제어할 수 있다.
- [0042] 한편, 도 3 내지 도 5를 참고로 상기 보이스 코일 모터부(200), 변위측정부(300) 및 선형 액추에이터(400)에 대해 좀 더 자세히 설명하면,
- [0043] 먼저, 상기 보이스 코일 모터부(200)는 요크(210)와 코일(220) 및 영구자석을 포함하여 형성된다.
- [0044] 상기 요크(210)는 금속재로 이루어지며, 상기 제1링크(110)의 둘레면을 감싸는 형태로 형성되는데, 상기 제1링크(110)의 x축 방향으로 양측면과, z축 방향으로 양측면에 일정거리 이격되어 형성되며, z축 방향으로의 수직단면이 폐곡선을 이루도록 형성될 수 있다.
- [0045] 상기 코일(220)은 상기 제1링크(110) 상에 형성되어 전류가 흐르는 것으로, 전류량에 따라 자기력을 조절하게 된다.
- [0046] 상기 영구자석은 상기 요크(210) 내측면에 서로 마주보도록 구비되는 것으로, 상기 코일(220)의 z축 방향으로 양측면에 일정거리 이격되어 형성되며, 각각 N극 및 S극의 영구자석이 한 쌍을 이루어 형성된다.
- [0047] 도 3과 같이, 상기 영구자석은 상기 코일(220)의 z축 방향으로 양측면에 일정거리 이격되도록 배치되는데, N극 및 S극이 한 쌍을 이루어 형성되며, 상기 코일(220) 맞은편에 위치한 영구자석과 반대되는 극성을 갖도록 한다.
- [0048] 여기에, 플레밍의 왼손법칙을 적용하면, z축 방향으로 상기 코일(220)의 상측에 위치한 영구자석이 y축 방향으로 상측에서부터 S극과 N극의 순으로 배치되고, 상기 코일(220)의 하측에 위치한 영구자석이 N극과 S극의 순으로 배치되는 경우,
- [0049] y축 방향으로 상측에 위치한 상기 코일(220)에는 x축 방향으로 좌측에서 우측으로 전류가 흐르게 되고, 자기장은 z축 방향으로 하측에서 상측으로 형성되므로, 힘은 y축 방향으로 하측으로 발생된다.
- [0050] 이에 따라, 상기 제1링크(110)에는 하측으로 힘이 가해져 변위가 발생되며, 상기 제1링크(110)와 이웃한 상기 제2링크(120)의 좌측 단부가 상측으로 움직이게 된다.
- [0051] 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 변위측정부(300)는 상기 제2링크(120)에 z축 방향으로 관통 형성되는 레이저관통홀(310)과, 상기 제2링크(120)의 z축 방향으로 일측면과 일정거리 이격되어 상기 레이저관통홀(310)을 통과하도록 빛을 조사하는 발광소자(320)와, 상기 제2링크(120)의 z축 방향으로 타측면과 일정거리 이격되어 상기 레이저관통홀(310)을 통과한 빛을 흡수하는 수광소자(330)를 포함하여 형성될 수 있다.
- [0052] 상기 변위측정부(300)는 상술한 바와 같이, 상기 제2링크(120)의 좌측 단부가 상기 제1링크(110)에 가해진 힘에 의해 상측으로 움직일 경우, 상기 발광소자(320)에서 발생된 빛이 상기 레이저관통홀(310) 중앙으로 통과하지



못해, 상기 수광소자(330)에 흡수되는 빛의 양이 움직이기 전과 비교하여 줄어들게 되므로, 이를 통해 상기 제2 링크(120)의 변위량을 측정하게 된다.

- [0053] 이 때, 상기 변위측정부(300)의 수광소자(330)는 2분할되어 제1수광부(331) 및 제2수광부(332)로 이루어질 수 있으며, 상기 제1수광부(331) 및 제2수광부(332)에 각각 수광되는 빛의 양을 통해 상기 제2링크(120)의 변위량 측정뿐만 아니라, 변위가 발생된 방향도 감지할 수 있다.
- [0054] 예를 들어, 상기 제1수광부(331)에 수광된 빛의 양이 상기 제2수광부(332)에 수광된 빛의 양보다 많으면 상기 제2링크(120)의 단부가 상측 방향으로 움직였다고 볼 수 있고, 상기 제1수광부(331)에 수광된 빛의 양이 상기 제2수광부(332)에 수광된 빛의 양보다 적으면 상기 제2링크(120)의 단부가 하측 방향으로 움직였다고 볼 수 있다.
- [0055] 본 발명의 마이크로 힘 발생 및 측정장치(1)는 상기 선형 액추에이터(400)에서 상기 시편(610)을 하측 방향으로 잡아당길 경우, 상기 제2링크(120)의 좌측 단부가 하측 방향으로 움직이게 되며, 상기 보이스 코일 모터부(200)에서 하측 방향으로 힘이 발생될 경우, 상기 제2링크(120)의 좌측 단부가 상측 방향으로 움직이게 되므로, 상기 변위측정부(300)에서 측정된 결과에 따라 변위를 상쇄시키기 위해 상기 제어부(500)에서 제어하는 방법도 달라진다.
- [0056] 따라서 상기 변위측정부(300)는 변위량을 측정하는 것뿐만 아니라 변위가 발생된 방향을 감지하는 것도 중요하다.
- [0057] 본 발명의 마이크로 힘 발생 및 측정장치(1)는 상기 제3링크(130) 및 상기 선형 액추에이터(400) 사이에 탄성힌지(700)로 연결되며, 일측면에 상기 시편(610)이 장착 및 고정되는 시편장착부(600)를 더 포함하여 형성될 수 있다.
- [0058] 상기 시편(610)은 상기 시편장착부(600)에 별도의 고정 지그를 통해 고정될 수도 있으며, 접촉제를 통해 고정될 수 있다.
- [0059] 상기 탄성힌지(700)는 상기 제1 내지 제12탄성힌지(712)로 이루어질 수 있다.
- [0060] 도 1을 기준으로 설명하면, 상기 제1탄성힌지(701)는 상기 제1링크(110)의 y축 방향으로 상측면과 상기 제2링크(120)를 연결하며, 상기 제2탄성힌지(702)는 상기 제3링크(130)의 y축 방향으로 상측면과 상기 제2링크(120)를 연결하고, 상기 제3탄성힌지(703)는 상기 제4링크(140)의 y축 방향으로 상측면과 상기 제3링크(130)를 연결한다.
- [0061] 또, 상기 제4탄성힌지(704)는 상기 제4링크(140)의 y축 방향으로 상측면과 상기 제1링크(110)의 하측면을 연결하며, 상기 제5탄성힌지(705)는 상기 제2링크(120)의 y축 방향으로 상측면과 상기 측정플레이트(800)를 연결하고, 상기 제6탄성힌지(706)는 상기 제4링크(140)의 y축 방향으로 하측면과 상기 측정플레이트(800)를 연결한다.
- [0062] 상기 제7탄성힌지(707)는 상기 시편장착부(600)의 상측면과 상기 제3링크(130)의 하측면을 연결하며, 상기 제8탄성힌지(708)는 상기 시편장착부(600)와 상기 선형 액추에이터(400)를 연결한다.
- [0063] 이 때, 상기 제5탄성힌지(705) 및 제6탄성힌지(706)는 도 2에 도시된 5 링크 메커니즘(100)에서 지면에 고정된 부분의 역할을 하며, 이를 위해 상기 측정플레이트(800)에 연결된다.
- [0064] 한편, 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 선형 액추에이터(400)는 상기 제8탄성힌지(708)와 연결되는 제1블록(410)과, 상기 제1블록(410)의 x축 방향으로 양측면에 제9탄성힌지(709)로 연결되는 한 쌍의 제2블록(420); 상기 제2블록(420)에 제10탄성힌지(710)로 연결되며 y축 방향으로 연장 형성되는 한 쌍의 제3블록(430); 상기 제1블록(410)과 y축 방향으로 일정거리 이격되며 상기 측정플레이트(800)에 일체로 형성되는 제4블록(440); 상기 제4블록(440)의 x축 방향으로 양측면에 제11탄성힌지(711)로 연결되고, 상기 제3블록(430)과 제12탄성힌지(712)로 한 쌍의 제5블록(450); 상기 제1블록(410) 및 제4블록(440) 사이에서 x축 방향으로 연장 형성되며, 양단이 서로 마주보는 상기 제3블록(430)에 연결되는 압전소자(460)를 포함하여 형성될 수 있다.
- [0065] 즉, 상기 선형 액추에이터(400)는 상기 압전소자(460)의 양단이 서로 마주보는 상기 제3블록(430)에 고정되며, 상기 압전소자(460)와 y축 방향으로 상측으로 일정거리 이격되며, 상기 제3블록(430)과 연결되는 제2블록(420)과, 상기 제2블록(420) 사이에 위치하여 연결되는 제1블록(410)과, 상기 압전소자(460)와 y축 방향으로 하측을 일정거리 이격되며, 상기 제3블록(430)과 연결되는 제5블록(450)과, 상기 제5블록(450) 사이에 위치하며 상기 측정플레이트(800)에 일체로 형성되는 제4블록(440)을 포함하여 형성된다.

[0066] 이에 따라, 상기 선형 액추에이터(400)는 상기 압전소자(460)의 인장 또는 압축에 의해 y축 방향으로의 힘이 상기 시편(610)에 가해질 수 있다.

[0067] 이 때, 상기 선형 액추에이터(400)는 압전소자(460)를 이용한 압전 액추에이터 외에도 선형 미세구동이 가능한 것이라면 얼마든지 다른 종류의 액추에이터로 변경 실시가 가능하다.

[0068] 본 발명의 마이크로 힘 발생 및 측정장치(1)는 보이스 코일 모터부(200)에서 발생된 힘에 의한 상기 제2링크(120)의 변위를 상쇄시키기 위해, 상기 선형 액추에이터(400)에 의해 상기 시편(610)에 마이크로 단위의 미세한 힘이 가해지거나, 상기 선형 액추에이터(400)에서 발생된 힘에 의한 상기 제2링크(120)의 변위를 상쇄시키기 위해 상기 보이스 코일 모터부(200)에 인가된 전류량을 측정하여 상기 시편(610)에 가해진 마이크로 단위의 미세한 힘을 알아낼 수 있다는 효과가 있다.

[0069] **실시예 2**

[0070] 실시예 2에서는 도 6을 참고로 본 발명의 일실시예에 따른 마이크로 힘 발생 방법을 설명한다.

[0071] 본 발명의 마이크로 힘 발생 방법은 a) 상기 보이스 코일 모터부(200)의 코일(220)에 흐르는 전류 값을 제어하여 상기 제1링크(110)에 힘이 가해지도록 하는 단계와, b) 상기 제1링크(110)의 변형에 의해 상기 제2링크(120)에 변위가 발생하는 단계와, c) 상기 변위측정부(300)에 의해 측정된 상기 제2링크(120)의 변위를 상쇄시키기 위해, 상기 제어부(500)가 상기 선형 액추에이터(400)에 제어신호를 입력하는 단계와, d) 상기 제어신호에 의해 상기 선형 액추에이터(400)에서 힘이 발생되어 상기 제2링크(120)의 변위를 상쇄시키고, 그 힘만큼 상기 시편(610)이 인장되는 단계를 포함한다.

[0072] 도 6을 기준으로 좀 더 자세히 설명하면, 먼저 상기 보이스 코일 모터부(200)의 코일(220)에 일정량의 전류가 가해지면, 상기 제1링크(110)에 하측방향으로 로렌츠 힘(Lorentz's force)이 발생되며, 이를 통해 상기 제2링크(120)의 좌측 단부가 상측으로 움직여 변위가 발생된다.

[0073] 이에 따라, 상기 변위측정부(300)는 움직이기 전에 비해 상기 수광소자(330)의 상기 제2수광부(332)에 수광 되는 빛의 양이 감소하게 되며, 변위가 크면 상기 제1수광부(331)에 수광 되는 빛의 양도 감소될 수 있다.

[0074] 상기 제어부(500)는 상기 변위측정부(300)에서 측정된 빛의 양을 통해 변위를 계산하며, 이후 상기 제2링크(120)의 변위를 상쇄시킬 수 있을 만큼의 힘이 상기 선형 액추에이터(400)에 의해 상기 시편(610)에 가해지도록 상기 선형 액추에이터(400)에 제어신호를 입력하게 된다.

[0075] 다음, 상기 제어신호에 의해 상기 선형 액추에이터(400)에서 힘이 발생되며, 시편(610)을 따라 상기 제3링크(130)를 움직여 상기 제2링크(120)의 변위가 상쇄된다.

[0076] 상술한 바와 같이, 상기 시편(610)에는 미세하게 조절된 힘이 가해지므로, 상기 마이크로 힘 측정 및 발생장치를 이용하여 영위법에 의한 마이크로 단위의 힘이 발생되었다고 볼 수 있다.

[0077] **실시예 3**

[0078] 실시예 3에서는 도 7을 참고로 본 발명의 일실시예에 따른 마이크로 힘 측정 방법을 설명한다.

[0079] 본 발명의 마이크로 힘 측정 방법은 a) 상기 선형 액추에이터(400)에 힘이 가해져 상기 시편(610)이 y축 방향으로 인장 또는 압축되는 단계; b) 상기 제3링크(130)의 변형에 의해 상기 제2링크(120)에 변위가 발생하는 단계; c) 상기 변위측정부(300)에 의해 측정된 상기 제2링크(120)의 변위를 상쇄시키기 위해, 상기 제어부(500)가 상기 보이스 코일 모터부(200)에 제어신호를 입력하는 단계; d) 상기 제어신호에 의해 상기 보이스 코일 모터부(200)의 코일(220)에 전류가 인가되어 상기 제2링크(120)의 변위를 상쇄시키고, 상기 코일(220)에 인가된 전류량을 측정하여 상기 선형 액추에이터(400)에 가해진 힘을 계산하는 단계; 를 포함한다.

[0080] 도 7을 기준으로 좀 더 자세히 설명하면, 상기 선형 액추에이터(400)에 힘이 가해져 상기 시편(610)이 y축 방향으로 인장되면, 상기 제3링크(130)와 연결된 상기 제2링크(120)의 좌측 단부가 하측으로 움직여 변위가 발생된

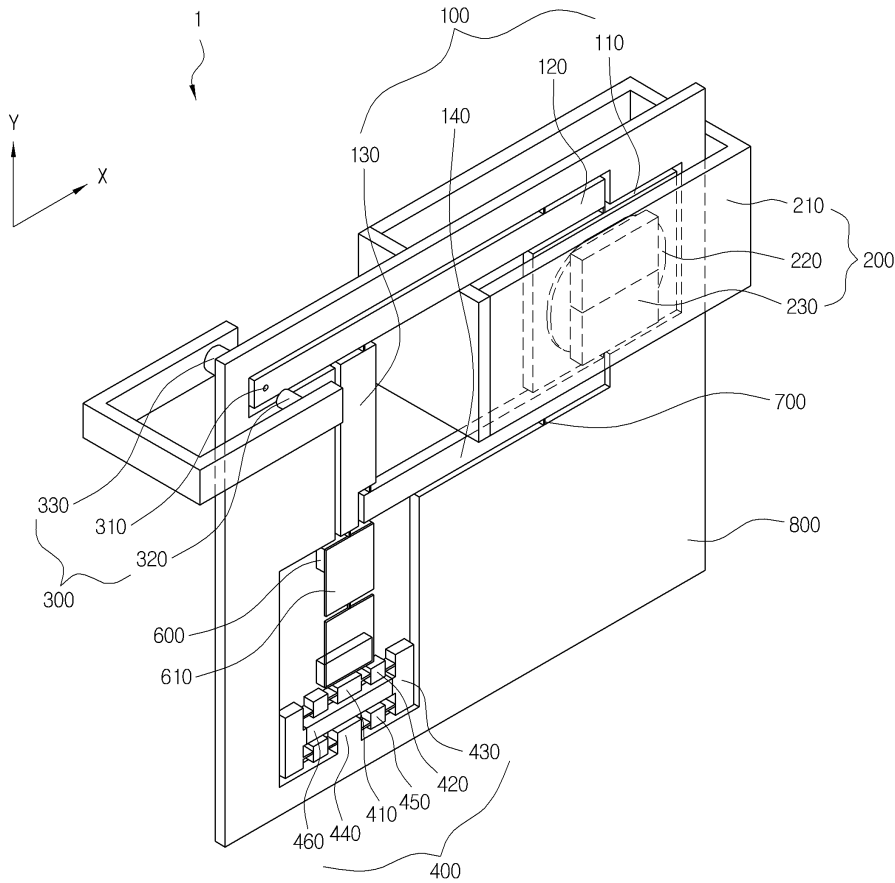


701~712 : 제1 내지 제12탄성힌지

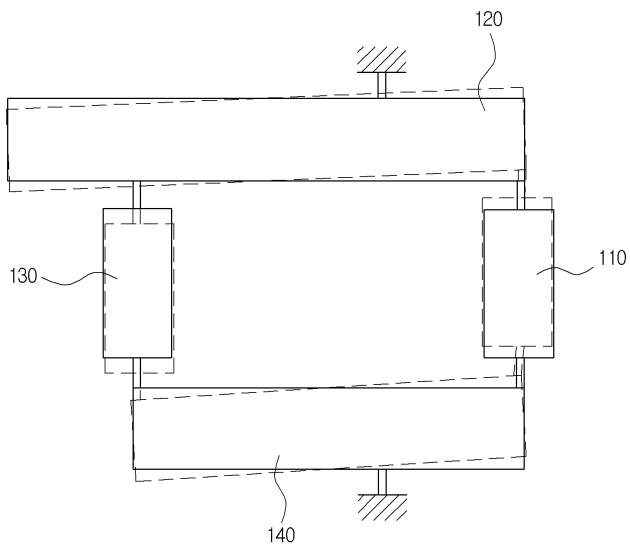
800 : 측정 플레이트

도면

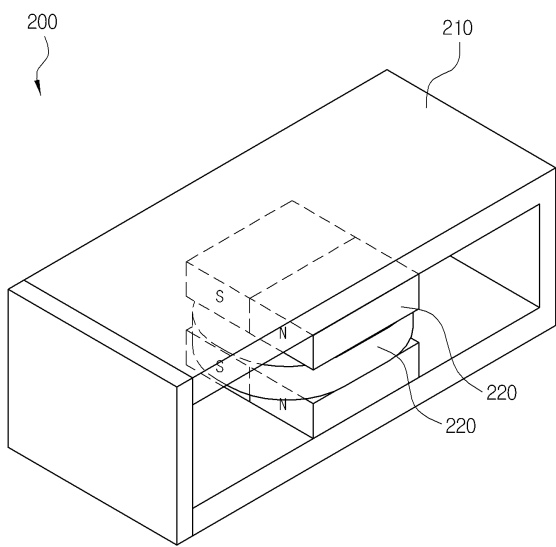
도면1



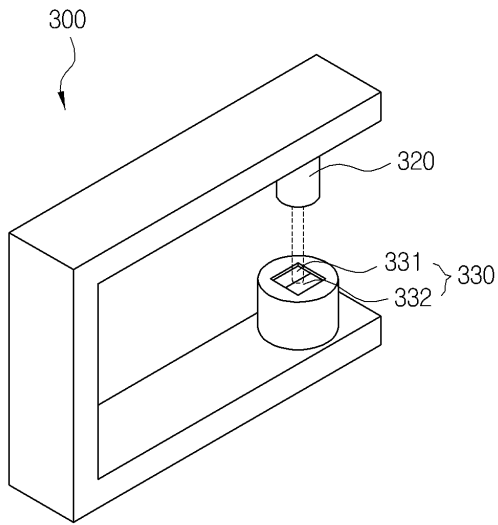
도면2



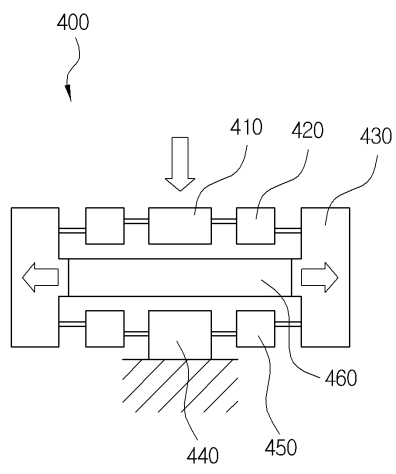
도면3



도면4

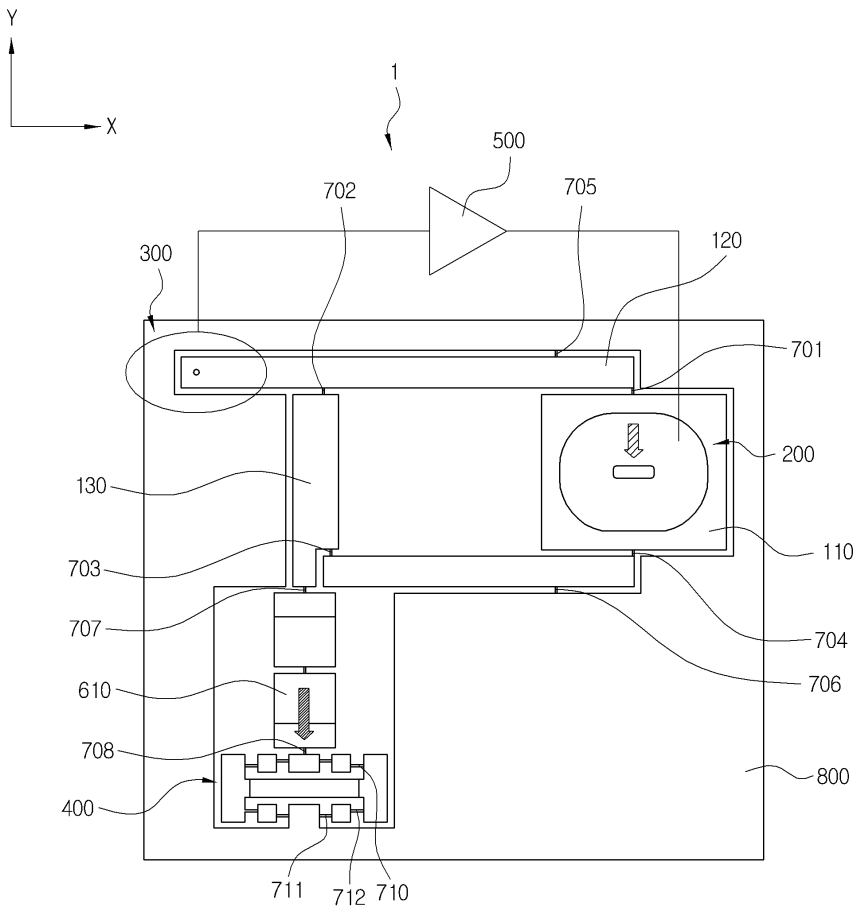


도면5

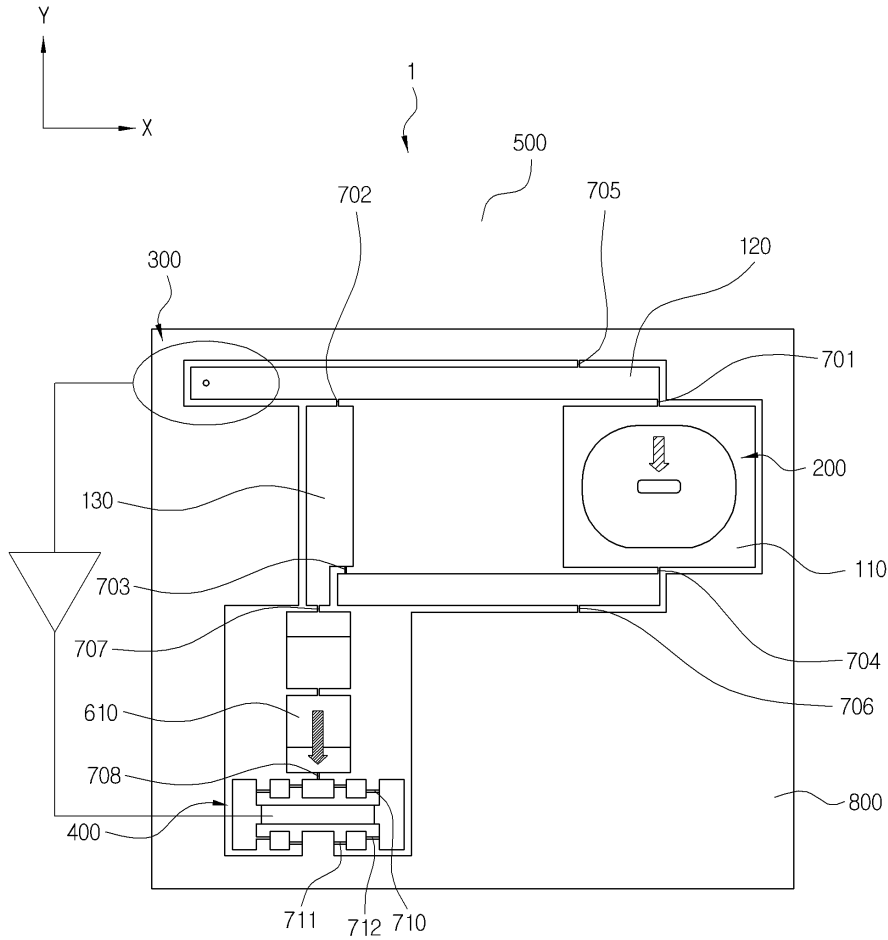




도면6



도면7



**【심사관 직권보정사항】**

**【직권보정 1】**

**【보정항목】** 명세서

**【보정세부항목】** 식별번호 [0035], [0063]

**【변경전】**

4 링크 메커니즘(100)

**【변경후】**

5 링크 메커니즘(100)

**【직권보정 2】**

**【보정항목】** 명세서

**【보정세부항목】** 부호의 설명 (식별번호 [0087])

**【변경전】**

100 : 4 링크 메커니즘

**【변경후】**

100 : 5 링크 메커니즘